

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年9月20日 (20.09.2001)

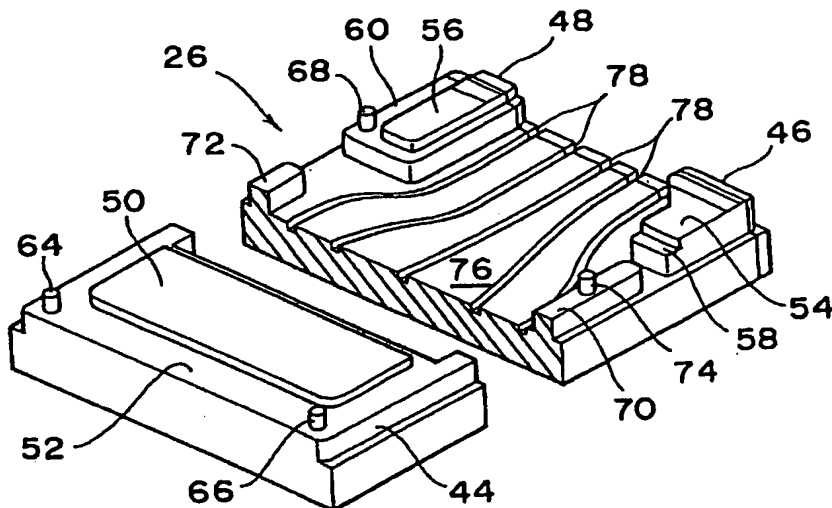
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/69601 A1

- (51) 国際特許分類: G11B 21/21 (KAMEYAMA, Masaki) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/01529
- (22) 国際出願日: 2000年3月14日 (14.03.2000) (74) 代理人: 松本 昂 (MATSUMOTO, Takashi); 〒107-0052 東京都港区赤坂三丁目2番2号 アマンド赤坂ビル9階 松本国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 亀山正毅
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: NEGATIVE PRESSURE HEAD SLIDER AND DISK DEVICE

(54) 発明の名称: 負圧ヘッドスライダ及びディスク装置



(57) Abstract: A disk device includes a negative pressure head slider having a transducer for reading/writing data from/on a disk having a plurality of tracks, and an actuator for allowing the head slider to transverse a track on the disk. The actuator includes an actuator arm rotatably provided on a base, a suspension whose root part is fixed to the front end of the actuator arm, and the head slider mounted on the front end of the suspension. The head slider includes a front pad having an uppermost surface and a step surface lower than the uppermost surface, a transducer formed in the vicinity of an air flow-out end, and a first groove for expanding the air which is compressed by the front pad to generate a negative pressure. A plurality of second grooves are formed continuously and separately in the first groove from the downstream side to the air flow-out end of the front pad.

[続乗有]

WO 01/69601 A1



(57) 要約:

ディスク装置であって、複数のトラックを有するディスクに対してデータをリード／ライトするトランスデューサを有する負圧ヘッドスライダと、負圧ヘッドスライダをディスクのトラックを横切って移動させるアクチュエータを含んでいる。アクチュエータはベースに回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと、アクチュエータアームの先端部にその基端部が固定されたサスペンションと、サスペンションの先端部に搭載された負圧ヘッドスライダとを含んでいる。負圧ヘッドスライダは、最上面とこの最上面よりも低いステップ面を有するフロントパッドと、空気流出端近傍に形成されたトランスデューサと、フロントパッドで一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる第1の溝を含んでいる。第1の溝中にはフロントパッドの下流側から空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して複数の第2の溝が形成されている。

明 細 書

負圧ヘッドスライダ及びディスク装置

技 術 分 野

本発明は、一般的に磁気ディスク装置に関し、特に、磁気ディスク装置の負圧ヘッドスライダに関する。

背 景 技 術

近年、磁気ディスク装置は小型化、高密度化をするために、ヘッドスライダの浮上量を低減させ、極低浮上或いはスライダが記録媒体に接触するような接触記録／再生の実現が望まれている。ヘッドスライダの浮上量を小さくするためには、磁気ディスク表面の表面粗さを小さくする必要がある。従来から現在に至るまで広く用いられているコンタクト・スタート・ストップ（ＣＳＳ）方式では、磁気ディスクの回転停止時には磁気ヘッドスライダの浮上面と磁気ディスクが接触し、磁気ディスクの回転時には磁気ヘッドスライダは磁気ディスクの回転に伴って生じる空気流の作用で浮上する。

この方式は高い浮上安定性と微小な浮上量（サブミクロン）を確保できる反面、ディスク回転停止時にはディスクにヘッドスライダの空気ベアリング表面が接触し、磁気ディスク装置の起動時と停止時に磁気ディスクと空気ベアリング表面の摺動が起こる。このため、磁気ディスクの記録層上にはカーボン等の硬い材料からなる保護膜と、保護膜の摩擦・磨耗を低減して磁気ディスクの耐久性を向上させるための潤滑層が形成されている。潤滑層の存在により保護膜の摩擦・磨耗は低減するが、一方で停止時には磁気ディスクとヘッドスライダとの吸着（スティクション）が起こり起動しない場合が生じてくる。

近年の情報量の増大に伴い、磁気ディスク装置の高密度化・大容量化及び小型化の進展は著しく、小型化に伴うスピンドルモータのトルクの減少や、高密度化のための磁気ディスク表面の平滑化により、吸着問題の発生は動作不良の原因として大きくクローズアップされてきている。この吸着の問題を防止するために磁

気ディスクのCSSゾーンにレーザによりテクスチャー加工を施す技術や、スライダ浮上面（空気ベアリング表面）に複数個の突起を設けることによりヘッドスライダと磁気ディスク表面間の接触面積を小さく抑える技術が提案されている。

磁気ディスクに対する磁気ヘッドスライダの浮上間隙を小さくするために、最近の磁気ディスク装置にはヘッドスライダの空気流入端側で一旦圧縮された空気をスライダの溝中で膨張させて負圧を発生させる負圧磁気ヘッドスライダが多く用いられている。この負圧磁気ヘッドスライダを採用した磁気ディスク装置においては、CSS動作やシーク動作に伴いヘッドスライダの溝面に汚れ又は塵埃が付着し、この付着物が許容量を超えると、磁気ディスク表面に落下し、ヘッドクラッシュの原因となる怖れがある。

よって本発明の目的は、磁気ディスク装置内に存在し得る微量の塵埃が負圧ヘッドスライダの溝面に付着するのを抑制することができ、塵埃の落下が原因で発生するヘッドクラッシュを有効に防止できるディスク装置を提供することである。

発明の開示

本発明によると、ベースを有するハウジングと；複数のトラックを有するディスクに対してデータをリード／ライトするトランスデューサと、ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダと；前記負圧ヘッドスライダをディスクのトラックを横切って移動させるアクチュエータとを具備し；前記アクチュエータは、前記ベースに回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；前記アクチュエータアームの先端部にその基端部が固定されたサスペンションと；前記サスペンションの先端部に搭載された前記負圧ヘッドスライダとを含み；前記負圧ヘッドスライダは、前記空気流入端近傍の前記ディスク対向面に形成された、最上面と該最上面よりも低いステップ面を有するフロントパッドと；前記空気流出端近傍に形成された前記トランスデューサと；前記フロントパッドで一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる第1の溝と；前記第1の溝中に前記フロントパッドの下流側から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数の第2の溝と；を含むことを特徴とするディスク装置が提供される。

好ましくは、複数の第2の溝はCSS領域での空気の流線に沿って形成されている。代案として、複数の第2の溝はCSS領域における空気流入方向と概略平行に形成されている。他の代案として、最インナー条件における空気流入方向から最アウト条件における空気流入方向に概略平行となるように、ヘッドスライダ長手方向に対して複数の第2の溝の角度が連続して変化している。

本発明の他の側面によると、ベースを有するハウジングと；複数のトラックを有するディスクに対してデータをリード／ライトするトランスデューサと、ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダと；前記負圧ヘッドスライダをディスクのトラックを横切って移動させるアクチュエータとを具備し；前記アクチュエータは、前記ベースに回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；前記アクチュエータアームの先端部にその基端部が固定されたサスペンションと；前記サスペンションの先端部に搭載された前記負圧ヘッドスライダとを含み；前記負圧ヘッドスライダは、前記空気流出端近傍の前記ディスク対向面に形成された、最上面と該最上面よりも低いステップ面を有するフロントパッドと；前記空気流出端近傍に形成された前記トランスデューサと；前記フロントパッドで一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる溝と；前記溝中に前記フロントパッドの下流側から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数のレールと；を含むことを特徴とするディスク装置が提供される。

本発明の更に他の側面によると、ベースを有するハウジングと；複数のトラックを有するディスクに対してデータをリード／ライトするトランスデューサと、ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダと；前記負圧ヘッドスライダをディスクのトラックを横切って移動させるアクチュエータとを具備し；前記アクチュエータは、前記ベースに回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；前記アクチュエータアームの先端部にその基端部が固定されたサスペンションと；前記サスペンションの先端部に搭載された前記負圧ヘッドスライダとを含み；前記負圧ヘッドスライダは、前記ディスク対向面に形成された、それぞれディスク回転時の浮上力を発生させるための平坦な空気ベアリング表面を有する一対のレールと；前記一対のレールの間に画成された、

空気流入端側で一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる第 1 の溝と；前記レールの一方が位置する前記空気流出端近傍に形成された前記トランスデューサと；前記第 1 の溝中に前記空気流入端近傍から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数の第 2 の溝と；を含むことを特徴とするディスク装置が提供される。

本発明の更に他の側面によると、ベースを有するハウジングと；複数のトラックを有するディスクに対してデータをリード／ライトするトランスデューサと、ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダと；前記負圧ヘッドスライダをディスクのトラックを横切って移動させるアクチュエータとを具備し；前記アクチュエータは、前記ベースに回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；前記アクチュエータアームの先端部にその基端部が固定されたサスペンションと；前記サスペンションの先端部に搭載された前記負圧ヘッドスライダとを含み；前記負圧ヘッドスライダは、前記ディスク対向面に形成された、それぞれディスク回転時の浮上力を発生させるための平坦な空気ベアリング表面を有する一对の第 1 のレールと；前記一对の第 1 のレールの間に画成された、空気流入端側で一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる溝と；前記第 1 のレールの一方が位置する前記空気流出端近傍に形成された前記トランスデューサと；前記溝中に前記空気流入端近傍から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数の第 2 のレールと；を含むことを特徴とするディスク装置が提供される。

図面の簡単な説明

図 1 はカバーを外した状態の磁気ディスク装置の斜視図；

図 2 A はヘッドアセンブリの斜視図；

図 2 B はヘッドアセンブリの縦断面図；

図 3 はヘッドアセンブリの分解斜視図；

図 4 は本発明第 1 実施形態の負圧ヘッドスライダ平面図；

図 5 は第 1 実施形態の負圧ヘッドスライダの一部破断斜視図；

図 6 は本発明第 2 実施形態の負圧ヘッドスライダの一部破断斜視図；

図 7 は本発明第 3 実施形態の負圧ヘッドスライダ平面図；
図 8 は本発明第 4 実施形態の負圧ヘッドスライダ平面図；
図 9 は図 8 の 9 - 9 線に沿った断面図；
図 10 は本発明第 5 実施形態の負圧ヘッドスライダ平面図；
図 11 は第 5 実施形態の負圧ヘッドスライダの一部破断斜視図；
図 12 は本発明第 6 実施形態の負圧ヘッドスライダの一部破断斜視図；
図 13 は本発明第 7 実施形態の負圧ヘッドスライダ平面図；
図 14 は本発明第 8 実施形態の負圧ヘッドスライダ平面図；
図 15 は図 14 の 15 - 15 線に沿った断面図；
図 16 A ~ 図 16 I は第 1 実施形態の負圧ヘッドスライダの製造方法を示す図；
図 17 A ~ 図 17 F は第 1 実施形態の負圧ヘッドスライダの他の製造方法を示す図；
図 18 A ~ 図 18 I は第 2 実施形態の負圧ヘッドスライダの製造方法を示す図；
図 19 A ~ 図 19 F は第 2 実施形態の負圧ヘッドスライダの他の製造方法を示す図である。

発明を実施するための最良の態様

以下、図面を参照して本発明の数多くの実施形態について説明する。各実施形態の説明において、実質的に同一構成部分には同一符号を付して説明する。図 1 を参照すると、カバーを外した状態の磁気ディスク装置の斜視図が示されている。ベース 2 にはシャフト 4 が固定されており、このシャフト 4 回りに DC モータにより回転駆動される図示しないスピンドルハブが設けられている。スピンドルハブには磁気ディスク 6 とスペーサ（図示せず）が交互に挿入され、ディスククランプ 8 を複数のネジ 10 によりスピンドルハブに締結することにより、複数枚の磁気ディスク 6 が所定間隔離間してスピンドルハブに取り付けられる。

符号 12 はアクチュエータアームアセンブリ 14 と磁気回路 16 とから構成されるロータリアクチュエータを示している。アクチュエータアームアセンブリ 1

4は、ベース2に固定されたシャフト18回りに回転可能に取り付けられている。アクチュエータアームアセンブリ14は一对の軸受を介してシャフト18回りに回転可能に取り付けられたアクチュエータブロック20と、アクチュエータブロック20から一方向に伸長した複数のアクチュエータアーム22と、各アクチュエータアーム22の先端部に固定されたヘッドアセンブリ24とを含んでいる。

各ヘッドアセンブリ24は磁気ディスク6に対してデータをリード/ライトする電磁トランスデューサ（磁気ヘッド素子）を有する負圧ヘッドスライダ26と、先端部にヘッドスライダ26を支持しその基端部がアクチュエータアーム22に固定されたロードビーム（サスペンション）28を含んでいる。シャフト18に対してアクチュエータアーム22と反対側には図示しないコイルが支持されており、コイルが磁気回路16のギャップ中に挿入されて、ボイスコイルモータ（VCM）30が構成される。符号32は電磁トランスデューサに書き込み信号を供給したり、電磁トランスデューサからの読み取り信号を取り出すフレキシブルプリント配線板（FPC）を示しており、その一端がアクチュエータブロック20の側面に固定されている。

図2Aはヘッドアセンブリ24の斜視図を示しており、図2Bはその縦断面図を示している。図3はヘッドアセンブリ24の分解斜視図である。図3に最も良く示されるように、ジンバル34がロードビーム28と一体的に形成されている。すなわち、ロードビーム28の先端部に形成されたU形状のスリット36がジンバル34を画成している。ロードビーム28はステンレス鋼から形成されており、約22 μ mの厚さを有している。ロードビーム28はヘッドスライダ26をディスクに押し付けるためのバネ部28aと、剛体部28bを含んでいる。剛体部28bの裏面には補強板38がスポット溶接等により接合されている。

補強板38は例えばステンレス鋼から形成されており、その厚さはロードビーム28の厚さの約1.0倍～約2.0倍、望ましくは約1.3倍～約1.5倍である。補強板38の厚さが上述した範囲内にあるとき、ヘッドアセンブリ24の共振周波数を高くすることができ、質量増加を最小に抑えることができる。補強板38の厚さをロードビーム28の厚さの1倍未満にすると、剛体部28bの剛性が低下して共振点が下がってしまう。逆に、補強板38の厚さをロードビーム

28の厚さの2倍以上にすると、質量増加につながり、磁気ヘッドスライダ26がディスクから離れる衝撃加速度が小さくなるので、耐衝撃性を悪化させる原因となる。

ロードビーム28は平板状であるが、実際の使用においては磁気ヘッドスライダ26を磁気ディスクに押し付けるためにばね部28aにR曲げが施されている。補強版38の先端部にはピボット40が形成されており、ピボット40の先端がジンバル34の裏面に接触して磁気ヘッドスライダ26を支持している。ロードビーム28の基端部にはアルミニウムから形成されたスペーサ42がスポット溶接されている。

上述したヘッドアセンブリ24では、ジンバル34はピボット40を中心にその前後の曲げ剛性が等しくなるように設定されているので、ピボット40でヘッドスライダ搭載部の裏側を押しても磁気ヘッドスライダ26が傾くことはない。従って、磁気ヘッドスライダ26にモーメントをかけずに加重できるので、安定した浮上姿勢を実現できる。また、ピボット40による与圧分だけ加重時のピボット摩擦が大きくなるので、バネ部28aによる磁気ヘッドスライダ26の磁気ディスクへの押し付け力が小さくてもピボット滑りの限界を高く保つことができる。

図4を参照すると、本発明第1実施形態の負圧ヘッドスライダ26の平面図が示されている。図5は図4に示した負圧ヘッドスライダ26の一部破断斜視図である。負圧ヘッドスライダ26は直方体形状をしており、空気流入端26a及び空気流出端26bを有している。負圧ヘッドスライダ26のディスク対向面には、空気流入端26aに隣接してフロントパッド44が形成され、空気流出端26bに隣接して一对のリアパッド46、48が形成されている。フロントパッド44にはスライダ幅方向に延びる最上面（空気ベアリング表面）50と、最上面50に対して段差を有するステップ面52が形成されている。

同様に、リアパッド46、48には最上面（空気ベアリング表面）54、56と、これらの最上面54、56に対して段差を有するステップ面58、60が形成されている。一方の最上面54は他方の最上面56に比べて小さく形成されている。従ってこの負圧ヘッドスライダ26では、一方の最上面54に比べて他方

の最上面 5 6 に大きな浮力が生成される。よって、リアパッド 4 6 の空気流出端近傍には電磁トランスデューサ 6 2 が形成されており、負圧ヘッドスライダ 2 6 と磁気ディスク面との距離はこの電磁トランスデューサ 6 2 近辺で最も小さくなる。

磁気ディスクが回転し、ディスク面に沿って気流が発生すると、その気流が最上面 5 0, 5 4, 5 6 に作用する。その結果、最上面 5 0, 5 4, 5 6 では、ヘッドスライダ 2 6 をディスク面から浮上させる浮力が発生される。このヘッドスライダ 2 6 では、磁気ディスク上を浮上しているときには最上面 5 0 に大きな浮力が生成される。その結果、ヘッドスライダ 2 6 は空気流入端側が持ちあがったピッチ角 α の傾斜姿勢で維持される。

フロントパッド 4 4 のステップ面 5 2 には C S S 時にヘッドスライダ 2 6 の吸着（スティクション）を防止するための一対の突起 6 4, 6 6 が形成されている。リアパッド 4 8 のステップ面 6 0 にも突起 6 8 が形成されている。フロントパッド 4 4 のスライダ幅方向両端には、下流側に延びる一対のサイドパッド 7 0, 7 2 が連続して形成されている。サイドパッド 7 0 にもスティクション防止のための突起 7 4 が形成されている。

フロントパッド 4 4 の下流側には第 1 の溝 7 6 が形成されている。この第 1 の溝 7 6 はヘッドスライダ 2 6 の長手方向中心よりも流入端側から開始され、流出端 2 6 b にかけて形成されている。従って、最上面 5 0 に沿って流れる気流はフロントパッド 4 4 を通過すると同時に第 1 の溝 7 6 部分でディスク面鉛直方向に広がり、その結果、第 1 の溝 7 6 部分で負圧が生成される。この負圧が前述した浮力にバランスすることによって、ヘッドスライダ 2 6 の浮上量が規定される。

第 1 の溝 7 6 中にはフロントパッド 4 4 の下流側から空気流出端 2 6 b にかけて連続して且つ互いに離間して複数の細い第 2 の溝 7 8 が形成されている。これらの複数の第 2 の溝 7 8 は第 1 の溝 7 6 面に発生する空気の流線 7 9 に沿って形成されている。好ましくは、これらの第 2 の溝 7 8 は C S S（コンタクト・スタート・ストップ）領域において、第 1 の溝 7 6 面に発生する空気の流線に沿って形成されている。溝 7 6 中に複数の細い溝 7 8 を形成したことにより空気の流入に伴って第 1 の溝 7 6 面に付着した塵埃又は汚れが第 2 の溝 7 8 に沿って空気流

出端 26b に導かれ、溝 76 面への塵埃又は汚れの堆積を抑制することができる。これにより、溝 76 面に堆積した塵埃がディスク上に落下することを防止でき、塵埃に起因するヘッドクラッシュを防止することができる。第 2 の溝 78 の深さは $2\mu\text{m}$ 以下、幅は $10\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ が望ましい。

また、空気流出端部に例えばポリウレタン等の多孔質の高分子層を接着することにより、空気流出端 26b に導かれた塵埃を吸収し、ディスク装置内への飛散を防止できる。好ましくは、第 2 の溝 78 に撥水処理を施すのが良い。この撥水処理は、イオンビームエッチングで第 2 の溝 78 を形成する際に、Ar を主体とするエッチングガス中に例えば CF₄ 等のフッ素系ガスを含有させることにより行うことができる。

図 6 を参照すると、本発明第 2 実施形態の負圧ヘッドスライダ 2A の一部破断斜視図が示されている。本実施形態の負圧スライダ 26A は、第 1 実施形態の負圧スライダ 26 の第 2 の溝 78 に代わって複数のレール 80 を溝 76 中に形成したものである。本実施形態の他の構成は上述した第 1 実施形態と同様である。レール 80 の高さは $0.4\mu\text{m}$ 以下、幅は $10\mu\text{m} \sim 20\mu\text{m}$ が望ましい。

複数のレール 80 は、CSS 領域において、溝 76 面に発生する空気の流線に沿って形成されている。溝 76 中にフロントパッド 44 の下流側から空気流出端 26b にかけて連続して且つ互いに離間してレール 80 が形成されていることにより、空気の流入に伴って溝 76 面に付着した塵埃又は汚れがレール 80 に沿って空気流出端 26b に導かれ、溝 76 面への塵埃又は汚れの堆積を防止できる。

図 7 を参照すると、本発明第 3 実施形態の負圧ヘッドスライダ 26B の平面図が示されている。本実施形態の負圧スライダ 26B では、第 1 の溝 76 内に矢印 84 で示す CSS ゾーンにおける空気流入方向と概略平行に複数の第 2 の溝 82 が形成されている。CSS ゾーンでは負圧ヘッドスライダ 26B が磁気ディスクに接触するため、溝 76 内に塵埃又は汚れが付着し易くなる。CSS ゾーンにおける空気流入方向 84 と概略平行に第 2 の溝 82 を形成したことにより、CSS ゾーンで積極的に溝 76 面に付着した塵埃又は汚れを第 2 の溝 82 に沿って空気流出端 26b に導くことができる。本実施形態の他の構成は、上述した第 1 実施形態と同様である。複数の第 2 の溝 82 に代えて、第 2 実施形態のような複数の

レールを形成するようにしても良い。

図 8 を参照すると、本発明第 4 実施形態の負圧ヘッドスライダ 26 C の平面図が示されている。図 9 は図 8 の 9-9 線断面図である。本実施形態の負圧スライダ 26 C では、最インナー条件における空気流入方向 88 から最アウト条件における空気流入方向 90 にほぼ平行となるように、スライダ長手方向に対して第 2 の溝 86 の角度を連続的に変化させている。更に、図 9 に示されるように第 2 の溝 86 の深さを空気流入側から空気流出端 26 b にかけて連続的に浅く形成している。溝 86 の深さは空気流出端にかけて段階的に浅くなるようにしても良い。

本実施形態ではこのように第 2 の溝 86 の角度を連続的に変化させるようにしたので、ヘッドスライダ 26 C のシーク範囲全体に渡り、いずれかの溝 86 が空気流入方向と概略平行となるため、溝 76 面に付着した塵埃又は汚れを溝 86 に沿って空気流出端 26 b に効果的に導くことができる。更に、第 2 の溝 86 の深さを上流側で深くなるように形成したのは、フロントパッド 44 直後の溝 76 中での負圧が一番大きいため、この部分での塵埃又は汚れの付着が一番大きくなると予想され、これらの塵埃又は汚れを積極的に除去しようとしたものである。上述した第 1 及び第 3 実施形態においても、第 2 の溝 78, 82 の深さを図 9 に示した第 3 実施形態の負圧ヘッドスライダ 26 C のように変化させるようにしても良い。

図 10 を参照すると、本発明第 5 実施形態の負圧スライダ 26 D の平面図が示されている。図 11 は第 5 実施形態の負圧スライダ 26 D の一部破断斜視図である。負圧ヘッドスライダ 26 D は空気流入端 26 a 及び空気流出端 26 b を有している。負圧ヘッドスライダ 26 D のディスク対向面には、正圧を発生させるための一対のレール 92, 94 が形成されている。各レール 92, 94 はそれぞれディスク回転時の浮上力を発生するための平坦な空気ベアリング表面 92 a, 94 a を有している。

各レール 92, 94 の空気流入端側にはそれぞれテーパ面 92 b, 94 b が形成されている。一対のレール 92, 94 の間の空気流入端側にはセンターレール 104 が形成されている。センターレール 104 も空気流入端にテーパ面 104 b を有している。一対のレール 92, 94 とセンターレール 104 の間には、ス

リット 106, 108 が画成されている。更に、一対のレール 92, 94 の間には流入端側で一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる第一の溝 110 が画成されている。レール 92 が位置するヘッドスライダ 26D の空気流出端には電磁トランスデューサ 62 が形成されている。各レール 92, 94 の幅を流入端及び流出端で広く、中間部分で細く形成することにより、ヨー角変化による浮上変動を抑えている。

レール 92 には CSS 時の負圧ヘッドスライダ 26D のスティクションを防止するための突起 96, 98 が形成されている。同様に、レール 94 にもスティクション防止のための突起 100, 102 が形成されている。本実施形態の負圧スライダ 26D では更に、第 1 の溝 110 中に空気流入側から空気流出端 26b にかけて連続して且つ互いに離間して複数の細い第 2 の溝 112 が形成されている。これらの溝 112 は第 1 の溝 110 面に発生する矢印 113 で示される空気の流線に沿って形成されているのが好ましい。更に好ましくは、CSS 領域において、溝 110 面に発生する空気の流線に沿って、これらの溝 112 は形成されている。

このように溝 110 内に複数の細い溝 112 を空気流入側から空気流出端 26b にかけて連続して形成することにより、空気の流入に伴って溝 110 面に付着した塵埃又は汚れが第 2 の溝 112 に沿って空気流出端 26b に導かれ、塵埃又は汚れが溝 110 面へ堆積するのを防止することができる。

図 12 を参照すると、本発明第 6 実施形態の負圧スライダ 26E の一部破断斜視図が示されている。本実施形態の負圧スライダ 26E は、図 10 及び図 11 に示した第 5 実施形態の第 2 の溝 112 に代えて複数のレール 114 を第 1 の溝 110 中に形成したものである。本実施形態の他の構成は図 10 及び図 11 に示した第 5 実施形態と同様である。本実施形態では、空気の流入に伴って、溝 110 面に付着した塵埃又は汚れがレール 114 に沿って空気流出端 26b に導かれ、溝 110 面への塵埃又は汚れの堆積を防止できる。

図 13 を参照すると、本発明第 7 実施形態の負圧ヘッドスライダ 26F の平面図が示されている。本実施形態の負圧ヘッドスライダ 26F では、CSS 領域における空気流入方向 118 とほぼ平行となるように複数の第 2 の溝 116 が第 1 の溝 110 中に形成されている。本実施形態の負圧ヘッドスライダ 26F は図 7

に示した第3実施形態の負圧ヘッドスライダ26Bと同様に、特にCSS領域における塵埃又は汚れ除去効果が大きい。本実施形態の他の構成は図10及び図11に示した第5実施形態と同様である。

図14を参照すると、本発明第8実施形態の負圧ヘッドスライダ26Gの平面図が示されている。図15は図14の15-15線断面図である。本実施形態の負圧ヘッドスライダ26Gでは、最インナー条件における空気流入方向122から最アウト条件における空気流入方向124にほぼ平行となるように、スライダ長手方向に対して第2の溝120の角度を連続的に変化させて第1の溝110中に形成している。更に、図15に示すように第2の溝120の深さを空気流入側から空気流出端26bにかけて連続的に浅くなるように形成している。第2の溝120の深さを段階的に浅くなるように形成しても良い。上述した第5及び第7実施形態においても、第2の溝112, 116の深さを空気流入側から空気流出端26bにかけて連続的或いは段階的に浅くなるように形成しても良い。

次に図16A～図16Iを参照して、第1実施形態の負圧ヘッドスライダ26の製造方法について説明する。本実施形態の製造方法は、従来工程の後に第2の溝形成工程を追加した製造方法である。まず、図16Aに示すようにスライダ基板130の空気ベアリング表面となるべき場所にフォトレジスト132を塗布する。次いで、図16Bに示すように、Arガスを主体としたイオンビームエッチングによりスライダ基板130を空気ベアリング表面（最上面）とステップ面の差だけ削り、フォトレジストを剥離する（図16C）。これにより、空気ベアリング表面134が形成される。

次いで、図16Dに示すように、空気ベアリング表面134上及びステップ面となるべき場所にフォトレジスト136を塗布する。次いで、図16Eに示すように、イオンビームエッチングによりスライダ基板130を所定の厚さ削り、レジスト136を剥離する（図16F）。これにより、ステップ面138と第1の溝140が形成される。

次いで、図16Gに示すように、第2の溝形成部分142を除き、フォトレジスト144を塗布し、図16Hに示すようにイオンビームエッチングにより所定の厚さスライダ基板130を削った後、フォトレジストを剥離する（図16I）。

これにより、空気ベアリング表面 1 3 4、ステップ面 1 3 8、第 1 の溝 1 4 0 及び第 2 の溝 1 4 6 が形成される。

図 1 7 A～図 1 7 F を参照すると、負圧ヘッドスライダ 2 6 の他の製造方法のプロセスが示されている。本実施形態の製造方法は、空気ベアリング表面形成と同時に第 2 の溝を形成する方法である。まず、図 1 7 A に示すように、ステップ面形成領域 1 4 8 及び第 2 の溝形成領域 1 5 0 を除き、スライダ基板 1 3 0 上にフォトレジスト 1 5 2 を塗布する。次いで、図 1 7 B に示すように、イオンビームエッチングによりスライダ基板 1 3 0 を所定の厚さ削った後、フォトレジスト 1 5 2 を剥離する（図 1 7 C）。これにより、空気ベアリング表面 1 5 4 が形成される。

次いで、図 1 7 D に示すように、空気ベアリング表面 1 5 4 及びステップ面となるべき場所にフォトレジスト 1 5 6 を塗布し、図 1 7 (E) に示すようにイオンビームエッチングによりスライダ基板 1 3 0 を所定の厚さ削った後、フォトレジスト 1 5 6 を剥離する（図 1 7 F）。これにより、空気ベアリング表面（最上面）1 5 4、ステップ面 1 5 8、第 1 の溝 1 6 0 及び第 2 の溝 1 6 2 を形成することができる。この製造方法によると、図 1 6 A～図 1 6 I に示した製造方法よりも 3 工程分製造工程を短縮化することができる。

次に、図 1 8 A～図 1 8 I を参照して、図 6 に示した第 2 実施形態の負圧ヘッドスライダ 2 6 A の製造方法について説明する。まず、図 1 8 A に示すように、スライダ基板 1 3 0 の空気ベアリング表面（最上面）となるべき場所にフォトレジスト 1 6 4 を塗布し、図 1 8 B に示すようにイオンビームエッチングでスライダ基板 1 3 0 を所定の厚さ削った後、フォトレジスト 1 6 4 を剥離する（図 1 8 C）。これにより、空気ベアリング表面 1 6 6 が形成される。

次いで、図 1 8 B に示すように、空気ベアリング表面 1 6 6 及びステップ面となるべき場所にフォトレジスト 1 6 8 を塗布し、図 1 8 E に示すようにイオンビームエッチングでスライダ基板 1 3 0 を所定の厚さ削った後、フォトレジスト 1 6 8 を剥離する（図 1 8 F）。これにより空気ベアリング表面 1 6 6 及びステップ面 1 7 0 が形成される。

次いで、図 1 8 G に示すように、空気ベアリング表面 1 6 6、ステップ面 1 7

0 及びレールを形成すべき箇所にフォトレジスト 174 を塗布し、図 18 H に示すように、イオンビームエッチングでスライダ基板 130 を所定の厚さ削った後、フォトレジスト 174 を剥離する（図 18 I）。これにより、空気ベアリング表面 166、ステップ面 170、溝 172 及びレール 176 を形成することができる。

次に、図 19 A～図 19 F を参照して、第 2 実施形態の負圧ヘッドスライダ 26 A の他の製造方法について説明する。この製造方法は、空気ベアリング表面と同時にレールを形成する方法である。まず、図 19 A に示すように、スライダ基板 130 の空気ベアリング表面及びレールを形成すべき箇所にフォトレジスト 178 を塗布する。次いで、図 19 B に示すように、イオンビームエッチングでスライダ基板 130 を所定の厚さ削った後、フォトレジスト 178 を剥離する（図 19 C）。これにより空気ベアリング表面 180 が形成される。

次いで、図 19 D に示すように、空気ベアリング表面 180 及びステップ面となるべき箇所にフォトレジスト 182 を塗布する。図 19 E に示すように、イオンビームエッチングでスライダ基板 130 を所定の厚さ削った後、フォトレジスト 182 を剥離する（図 19 F）。これにより、空気ベアリング表面 180、ステップ面 184、溝 186 及びレール 188 を形成することができる。本実施形態の製造方法によると、図 18 A～図 18 I に示した製造方法に比較して、3 工程の工程短縮化を図ることができる。

産業上の利用可能性

本発明の負圧ヘッドスライダは、負圧を発生する溝内に複数の細い溝又は細いレールが形成されている。これら複数の細い溝又はレールは C S S 領域における空気の流線に沿って、又は C S S 領域における空気流入方向とほぼ平行となるように形成されている。代案として、これらの溝又はレールの角度を最インナー条件における空気流入方向から最アウトター条件における空気流入方向にほぼ平行となるように連続的に変化させるようにしても良い。

本発明では、このように負圧を発生させる溝中に複数の細い溝又はレールを形成したので、空気の流入に伴って負圧発生用の溝面に付着した塵埃又は汚れが複

数の細い溝又はレールに沿って空気流出端に導かれ、溝面への塵埃又は汚れの堆積を防止できる。これにより塵埃又は汚れがディスク上に落下することを防止することができ、塵埃に起因するヘッドクラッシュの発生を防止することができる。

請 求 の 範 囲

1. ベースを有するハウジングと；

複数のトラックを有するディスクに対してデータをリード／ライトするトランスデューサと、ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダと；

前記負圧ヘッドスライダをディスクのトラックを横切って移動させるアクチュエータとを具備し；

前記アクチュエータは、前記ベースに回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；

前記アクチュエータアームの先端部にその基端部が固定されたサスペンションと；

前記サスペンションの先端部に搭載された前記負圧ヘッドスライダとを含み；

前記負圧ヘッドスライダは、前記空気流入端近傍の前記ディスク対向面に形成された、最上面と該最上面よりも低いステップ面を有するフロントパッドと；

前記空気流出端近傍に形成された前記トランスデューサと；

前記フロントパッドで一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる第1の溝と；

前記第1の溝中に前記フロントパッドの下流側から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数の第2の溝と；

を含むことを特徴とするディスク装置。

2. ベースを有するハウジングと；

複数のトラックを有するディスクに対してデータをリード／ライトするトランスデューサと、ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダと；

前記負圧ヘッドスライダをディスクのトラックを横切って移動させるアクチュエータとを具備し；

前記アクチュエータは、前記ベースに回転可能に取り付けられたアクチュエー

タアームと；

前記アクチュエータアームの先端部にその基端部が固定されたサスペンションと；

前記サスペンションの先端部に搭載された前記負圧ヘッドスライダとを含み；

前記負圧ヘッドスライダは、前記空気流出端近傍の前記ディスク対向面に形成された、最上面と該最上面よりも低いステップ面を有するフロントパッドと；

前記空気流出端近傍に形成された前記トランスデューサと；

前記フロントパッドで一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる溝と；

前記溝中に前記フロントパッドの下流側から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数のレールと；

を含むことを特徴とするディスク装置。

3. ベースを有するハウジングと；

複数のトラックを有するディスクに対してデータをリード／ライトするトランスデューサと、ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダと；

前記負圧ヘッドスライダをディスクのトラックを横切って移動させるアクチュエータとを具備し；

前記アクチュエータは、前記ベースに回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；

前記アクチュエータアームの先端部にその基端部が固定されたサスペンションと；

前記サスペンションの先端部に搭載された前記負圧ヘッドスライダとを含み；

前記負圧ヘッドスライダは、前記ディスク対向面に形成された、それぞれディスク回転時の浮上力を発生させるための平坦な空気ベアリング表面を有する一対のレールと；

前記一対のレールの間に画成された、空気流入端側で一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる第1の溝と；

前記レール的一方が位置する前記空気流出端近傍に形成された前記トランスデ

ユーサと；

前記第 1 の溝中に前記空気流入端近傍から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数の第 2 の溝と；

を含むことを特徴とするディスク装置。

4. ベースを有するハウジングと；

複数のトラックを有するディスクに対してデータをリード／ライトするトランスデューサと、ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダと；

前記負圧ヘッドスライダをディスクのトラックを横切って移動させるアクチュエータとを具備し；

前記アクチュエータは、前記ベースに回転可能に取り付けられたアクチュエータアームと；

前記アクチュエータアームの先端部にその基端部が固定されたサスペンションと；

前記サスペンションの先端部に搭載された前記負圧ヘッドスライダとを含み；

前記負圧ヘッドスライダは、前記ディスク対向面に形成された、それぞれディスク回転時の浮上力を発生させるための平坦な空気ベアリング表面を有する一対の第 1 のレールと；

前記一対の第 1 のレールの間に画成された、空気流入端側で一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる溝と；

前記第 1 のレール的一方が位置する前記空気流出端近傍に形成された前記トランスデューサと；

前記溝中に前記空気流入端近傍から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数の第 2 のレールと；

を含むことを特徴とするディスク装置。

5. ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダであって、

前記空気流出端近傍の前記ディスク対向面に形成された、最上面と該最上面よりも低いステップ面を有するフロントパッドと；

前記空気流出端近傍に形成されたトランスデューサと；

前記フロントパッドで一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる第 1 の溝と；

前記第 1 の溝中に前記フロントパッドの下流側から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数の第 2 の溝と；

を具備したことを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

6. ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダであって、

前記空気流入端近傍の前記ディスク対向面に形成された、最上面と該最上面よりも低いステップ面を有するフロントパッドと；

前記空気流出端近傍に形成されたトランスデューサと；

前記フロントパッドで一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる溝と；

前記溝中に前記フロントパッドの下流側から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数のレールと；

を具備したことを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

7. ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダであって、

前記ディスク対向面に形成された、それぞれディスク回転時の浮上力を発生させるための平坦な空気ベアリング表面を有する一対のレールと；

前記一対のレールの間に画成された、空気流入端側で一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる第 1 の溝と；

前記レールの一方が位置する前記空気流出端近傍に形成されたトランスデューサと；

前記第 1 の溝中に前記空気流入端近傍から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数の第 2 の溝と；

を具備したことを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

8. ディスク対向面と、空気流入端と、空気流出端とを有する負圧ヘッドスライダであって、

前記ディスク対向面に形成された、それぞれディスク回転時の浮上力を発生させるための平坦な空気ベアリング表面を有する一対の第 1 のレールと；

前記一対の第 1 のレールの間に画成された、空気流入端側で一旦圧縮された空気を膨張させて負圧を発生させる溝と；

前記第 1 のレールの一方が位置する前記空気流出端近傍に形成されたトランスデューサと；

前記溝中に前記空気流入端近傍から前記空気流出端にかけて連続して且つ互いに離間して形成された複数の第 2 のレールと；

を具備したことを特徴とする負圧ヘッドスライダ。

FIG. 1

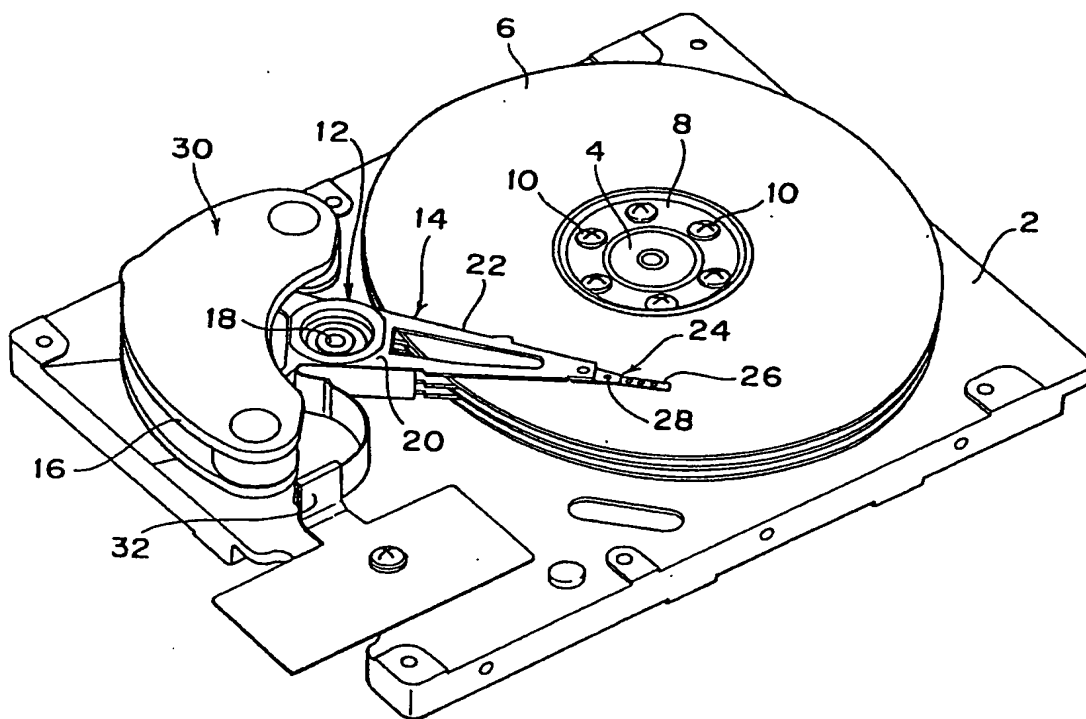


FIG. 2A

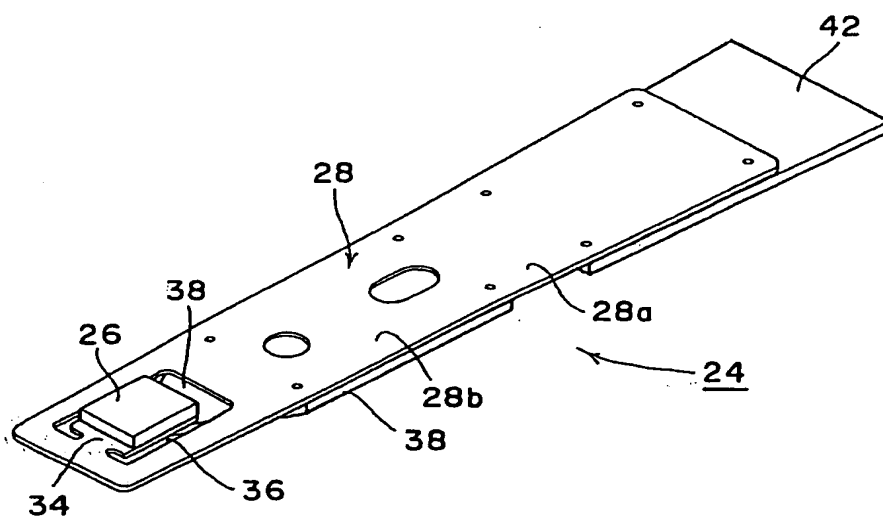


FIG. 2B

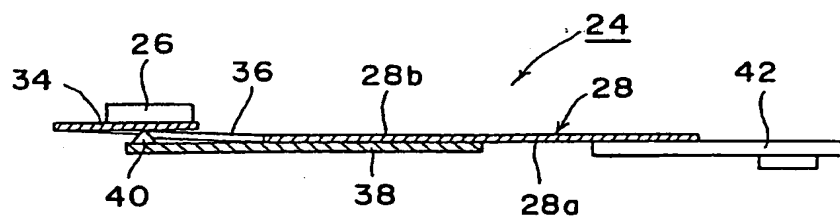


FIG. 3

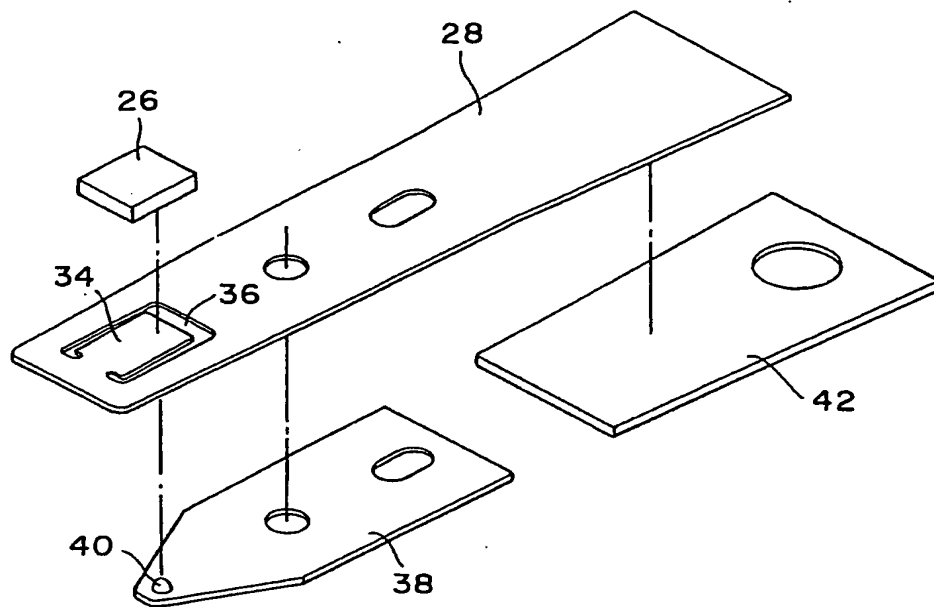


FIG. 4

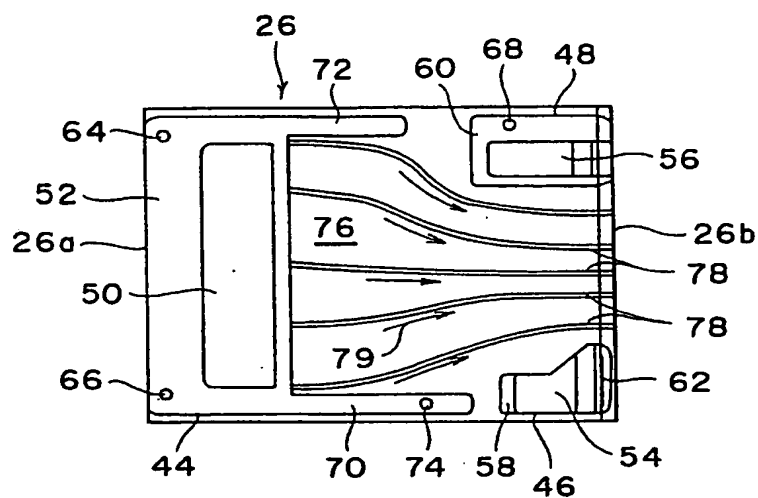


FIG. 5

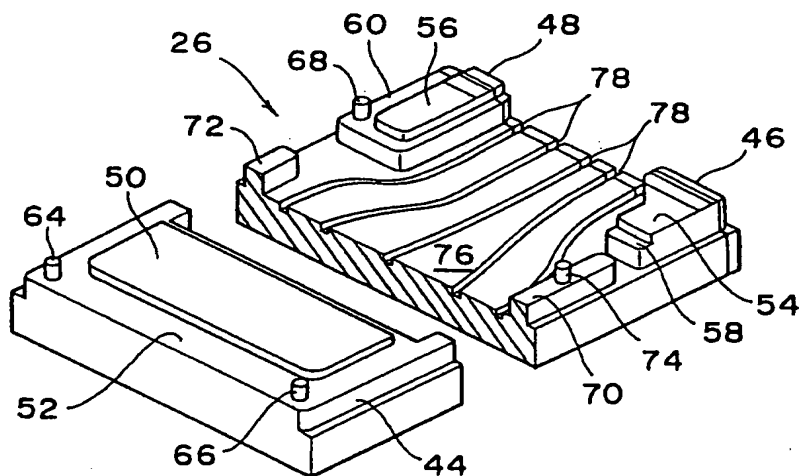


FIG. 6

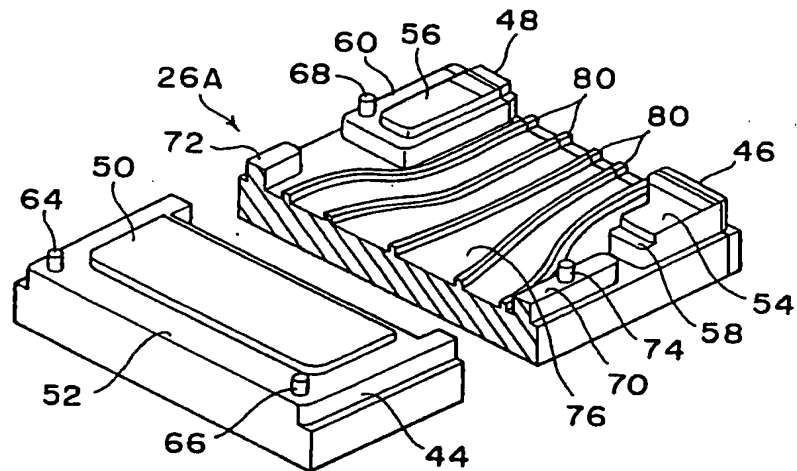


FIG. 7

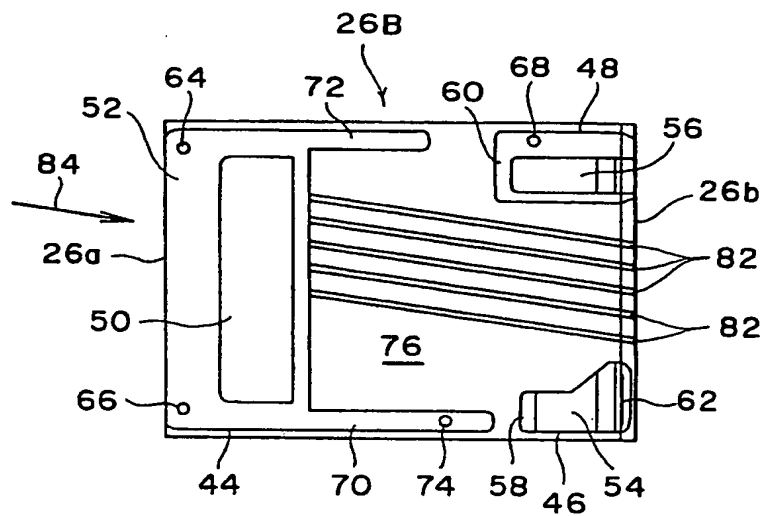


FIG. 8

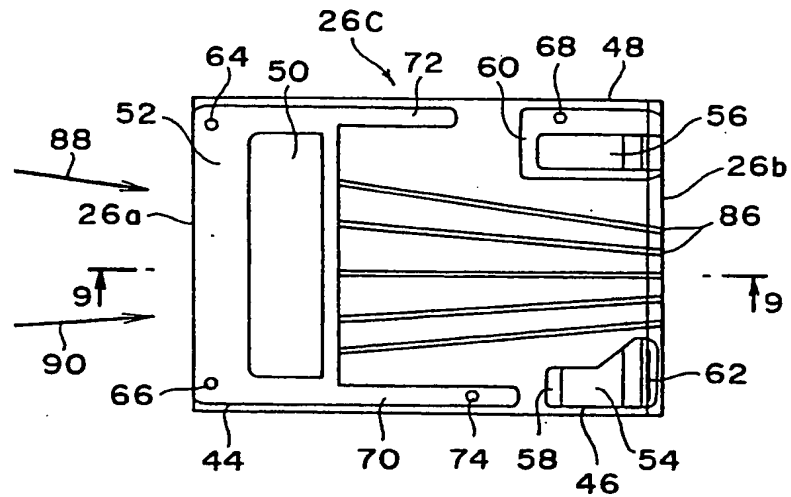


FIG. 9

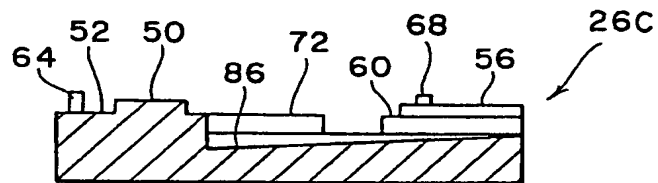


FIG. 10

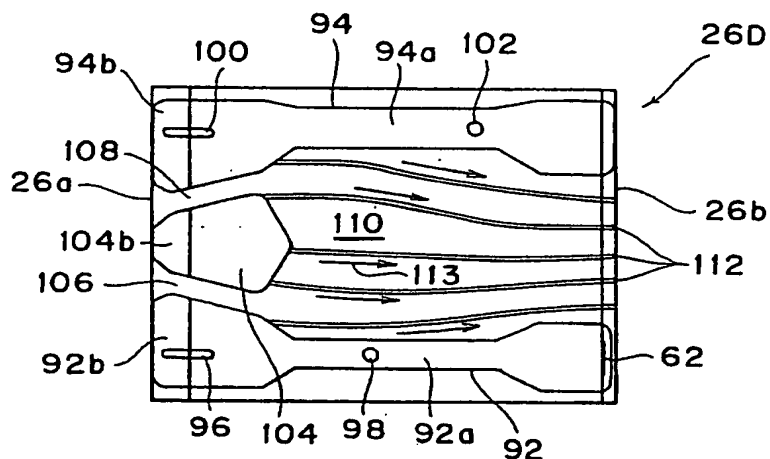


FIG. 11

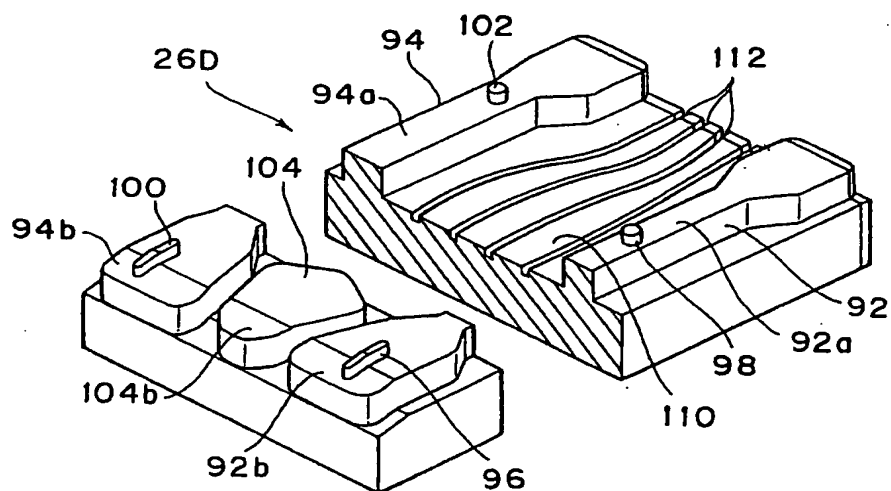


FIG. 12

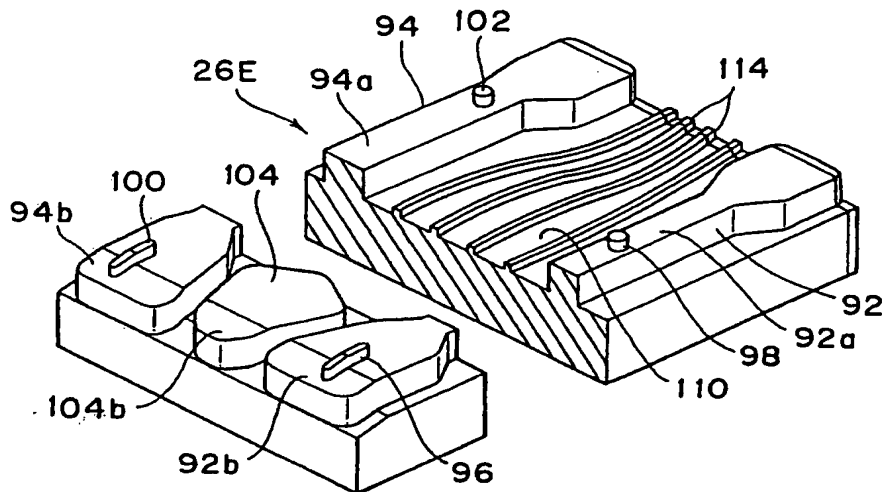


FIG. 13

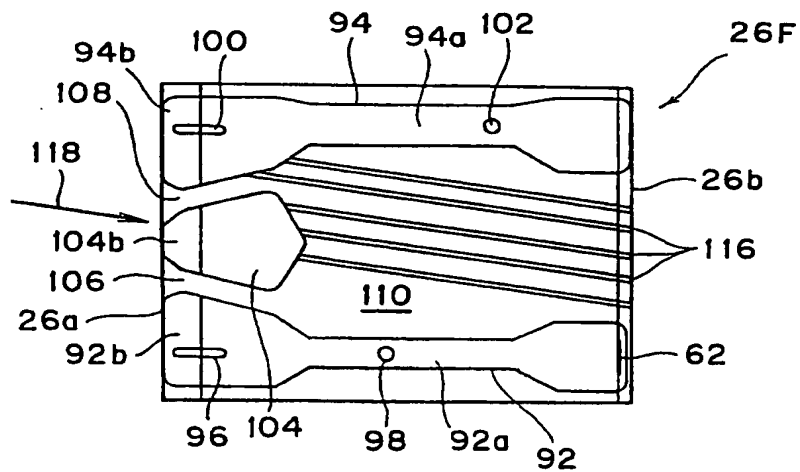


FIG. 14

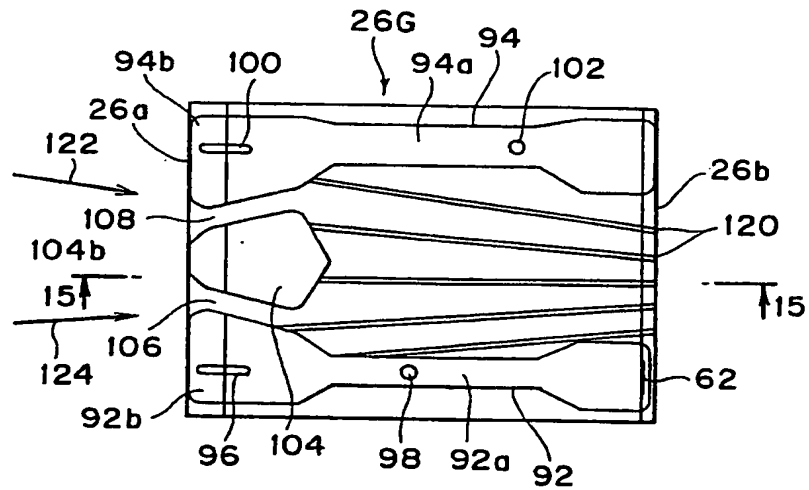
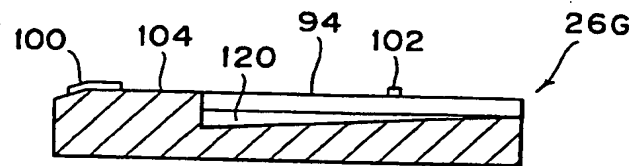


FIG. 15



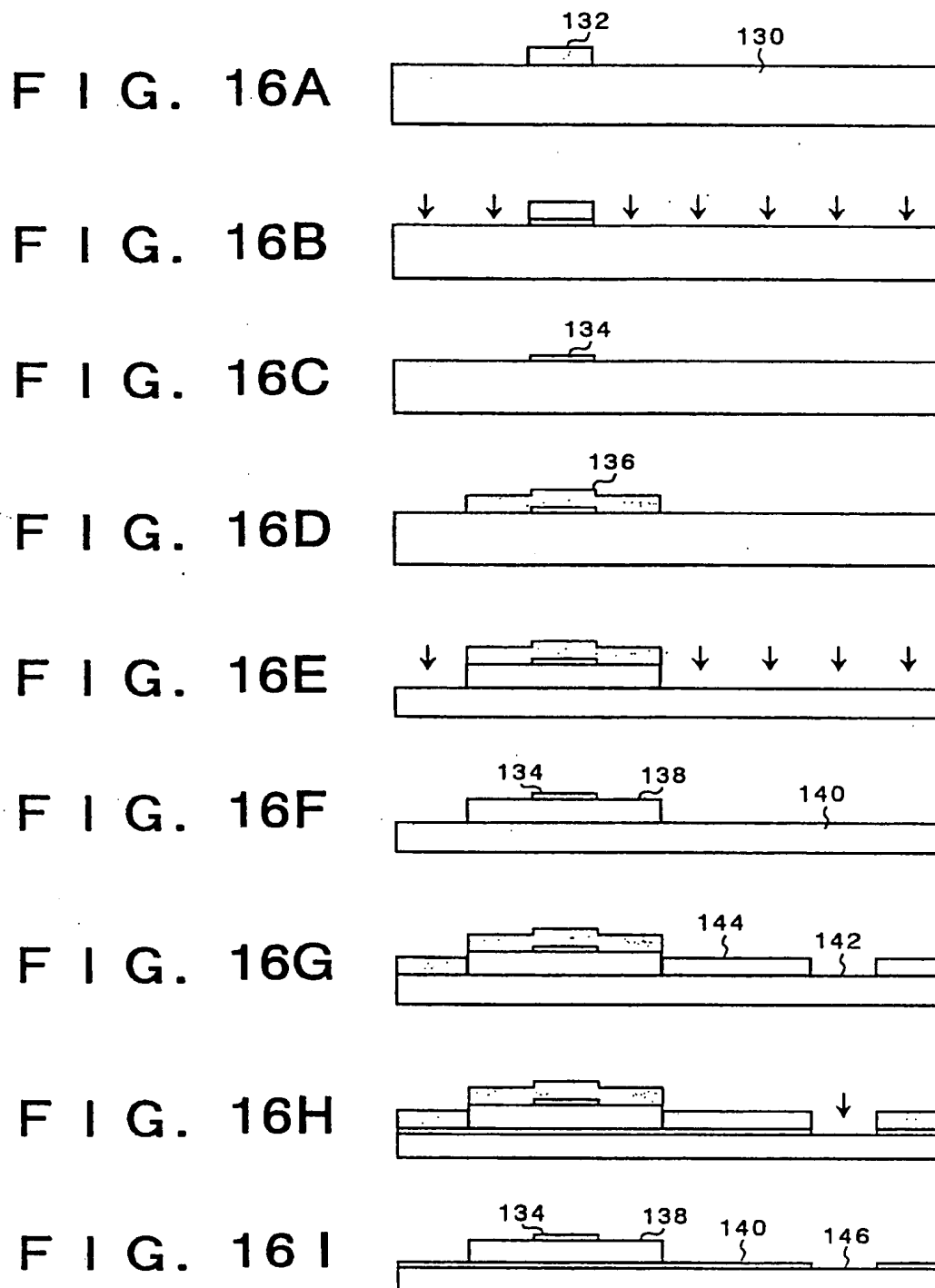


FIG. 17A

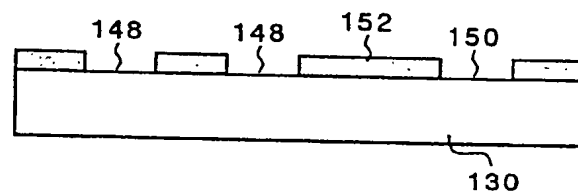


FIG. 17B

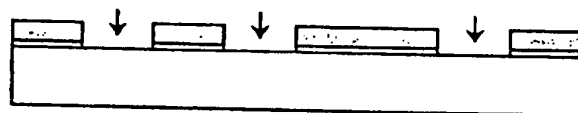


FIG. 17C

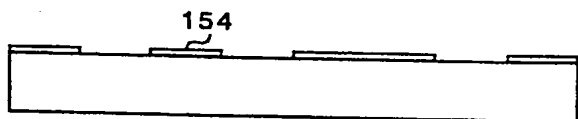


FIG. 17D

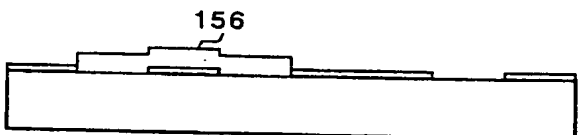


FIG. 17E

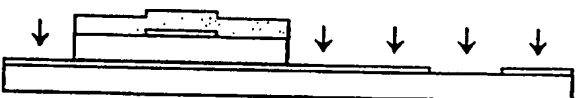
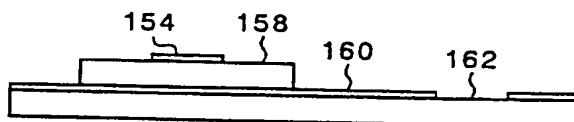


FIG. 17F



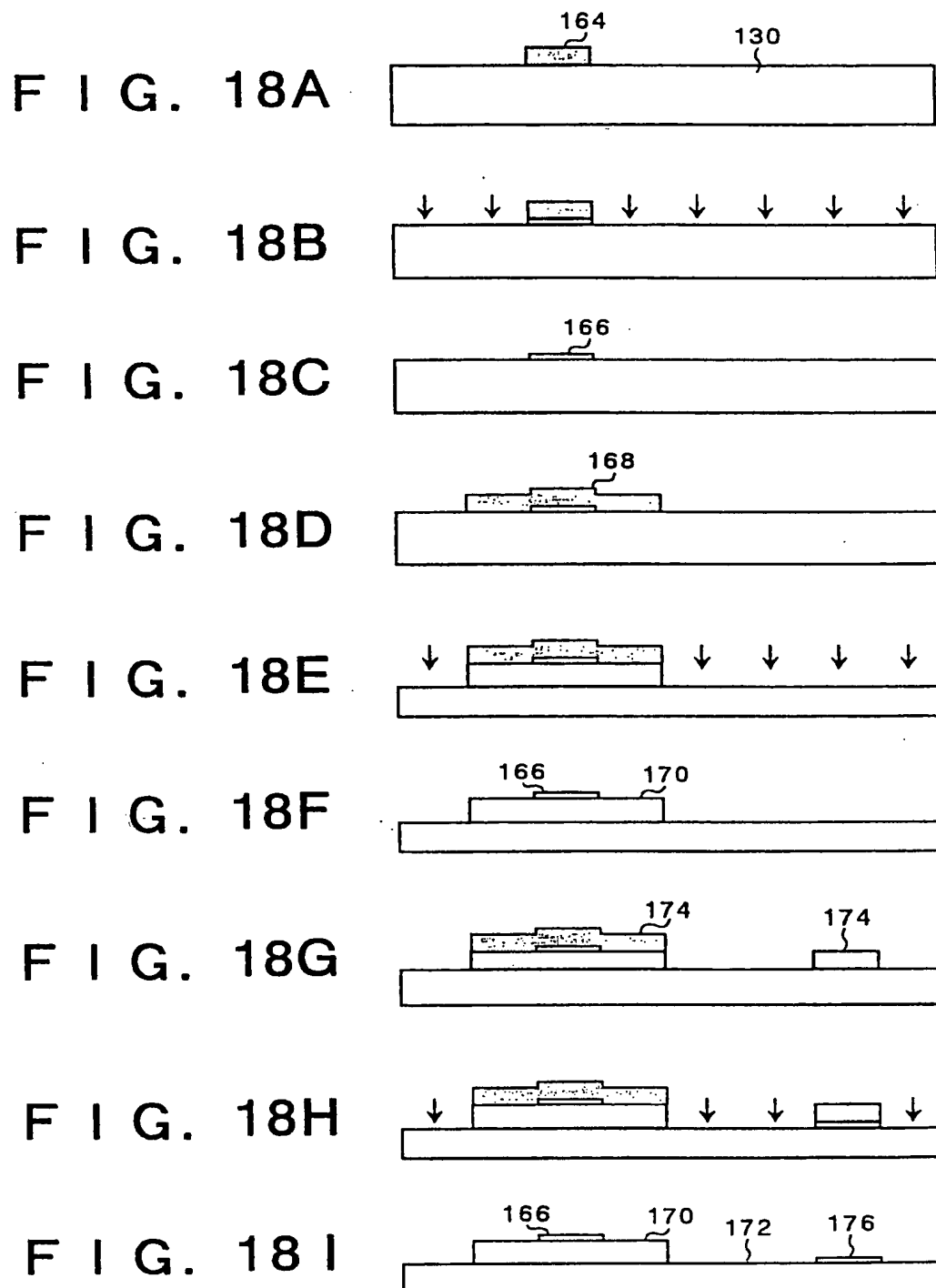


FIG. 19A

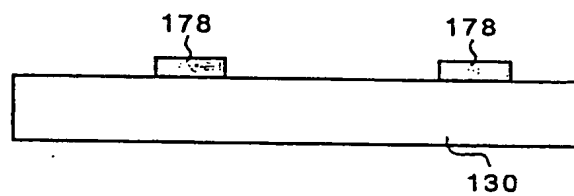


FIG. 19B

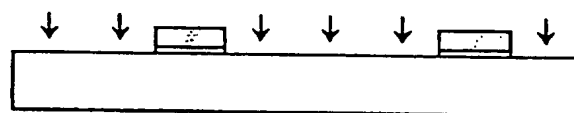


FIG. 19C

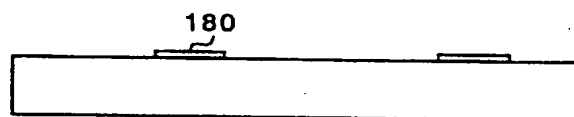


FIG. 19D

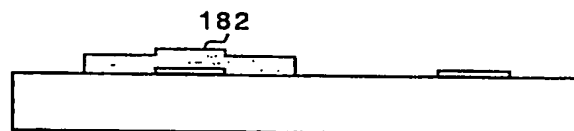


FIG. 19E

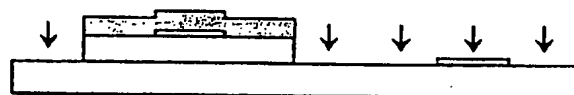
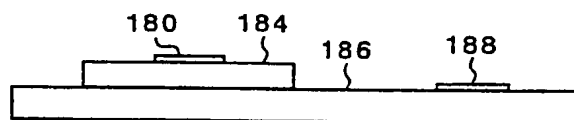


FIG. 19F



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/01529

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B21/21

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G11B21/21

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 2000-21111, A (Toshiba Corporation), 21 January, 2000 (21.01.00), Full text; Figs. 1 to 13 (Family: none)	1, 2, 5, 6
X	EP, 936599, A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.), 18 August, 1999 (18.08.99), Full text; Figs. 1 to 9	4, 8
Y	Full text; Figs. 1 to 9 & JP, 11-273048, A & US, 6055129, A	2, 3, 6, 7
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No.195935/1986 (Laid-open No.102071/1988) (NEC Corporation), 02 July, 1988 (02.07.88), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1, 3, 5, 7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 June, 2000 (08.06.00)

Date of mailing of the international search report
27 June, 2000 (27.06.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B21/21

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B21/21

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 2000-21111, A (株式会社東芝) 21. 1月. 2000 (21. 01. 00) 全文, 第1-13図 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 6
X	EP, 936599, A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 18. 8月. 1999 (18. 08. 99) 全文, 第1-9図	4, 8
Y	全文, 第1-9図 & JP, 11-273048, A & US, 6055129, A	2, 3, 6, 7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08. 06. 00

国際調査報告の発送日

27.06.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山澤 宏



5D

9198

電話番号 03-3581-1101 内線 3551

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願 61-195935 号 (日本国実用新案登録出願公開 63-102071 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (日本電気株式会社) 2. 7 月. 1988 (02. 07. 88) 全文, 第 1-2 図 (ファミリーなし)	1, 3, 5, 7